FORAMINIFEROS EPIBIOTICOS EN LA COMUNIDAD SESIL DE LAS RAICES DE MANGLE

Por
DIEGO LOSADA-MUÑOZ *
CARMEN PARADA-RUFFINATTI **

RESUMEN

Se presenta la composición específica de la biocenosis de foraminíferos epibióticos sobre la comunidad de las raíces de mangle rojo *(Rhizophora mangle)*. Tal biocenosis se encuentra dominada por *Planorbulina mediterranensis*. Sobre la base de las observaciones realizadas, se plantea un modelo hipotético en el cual la eficiencia de conversión de energía y superación de la competencia por espacio, por parte de los componentes de la comunidad sésil, explican su estructura.

INTRODUCCION

Son pocos los trabajos realizados hasta el momento sobre las epibiosis de foraminíferos, destacándose, entre los escasos reportes, aquellos sobre las microfaunas adheridas firmemente a sustratos carbonatados. Entre tales trabajos es importante considerar el de DELACCA y LIPPS (1972) con respecto a las características de adhesión de *Rosalina globularis* y el de ZUMWALT y DELACCA (1980) sobre los foraminíferos sésiles en conchas de braquiópodos. Otra aproximación se da en áreas donde se puede presentar una adherencia marcada por parte de foraminíferos, como es el caso de los ambientes protegidos en praderas de *Thalassia* en Jamaica (BUZAS *et al.*, 1977) y arrecifes

---

* Biólogo. A. A. 30682, Bogotá, D. E., Colombia.

** Profesora Asociada, Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, A. A. 7495, Bogotá, D. E.

coralinos del sur de la Florida, presentados en una parte del trabajo de STEINKER *et al.*, (1977).

CARBONEL y PUJOS (1981) registran, para la laguna de Túnez, una fauna constituida básicamente por *Rosalina* como el componente sésil de la biocenosis. PARADA y LONDOÑO (1983), reconocieron un tipo de microfauna adherente para el norte de Cartagena, especialmente sobre restos de corales encontraron abundante *Homotrema rubrum* y en menor proporción *Dyocibicides biserialis;* sobre algas y *Thalassia* identificaron *Planorbulina mediterranensis, P. acervalis* y *Planogypsina squamiformis.*

En este reporte, se presenta la primera aproximación realizada en Colombia al problema de foraminíferos epibióticos componentes de la comunidad de las raíces de mangle. Es de anotar que en la literatura disponible, no se encuentran reportes de esta microfauna.

AREA DE ESTUDIO

Las muestras provienen de una colección de raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) realizada en la Ciénaga de Cocoliso, Isla Grande, Islas del Rosario, (Bolívar) a 20 millas marinas de Cartagena. Sus coordenadas geográficas son 10° 09' - 10° 15' latitud Norte y 75° 40' - 75° 50' longitud Oeste (Fig. 1).

METODOLOGIA

Se coleccionaron las raíces con base en un muestreo preferencial (no aleatorio), desde la zona de la boca hasta la parte interna de la Ciénaga, seleccionando las que presentaban un buen desarrollo (Fig. 1).

El corte de las raíces se realizó por encima del nivel de pleamar y, una vez cortadas, se preservaron en formol al 10% para su posterior estudio en el laboratorio, donde se observaron directamente bajo el estereoscopio. El material foraminiferológico se extrajo con la ayuda de alfileres de entomología y un pincel de pelo de marta Nº 00. Los ejemplares se montaron en microplacas y se depositaron en la colección de foraminíferos del Instituto de Ciencias Naturales —Museo de Historia Natural— Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, después de su identificación y estimación de abundancia relativa.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra la composición de especies adherentes con sus respectivos estimativos de abundancia relativa para cada nivel de la Ciénaga.

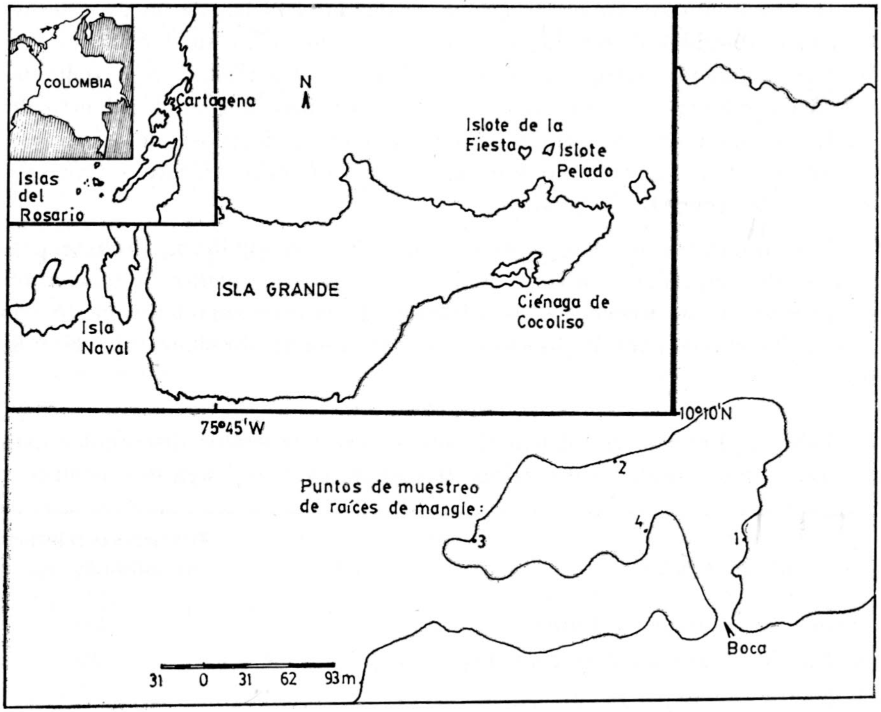
COLOMBIA
Cartagena
N
Islas del Rosario
Islote de la Fiesta
Islote Pelado
ISLA GRANDE
Isla Naval
Ciénaga de Cocoliso
75°45'W
10°10'N
Puntos de muestreo de raíces de mangle:
1
2
3
4
Boca
31 0 31 62 93m

FIGURA 1. Ubicación geográfica de la Ciénaga de Cocoliso y localización de los puntos de muestreo.

La biocenosis está compuesta por pocas especies y ampliamente dominada por *Planorbulina mediterranensis,* especie común en el área. Las especies presentes en la biocenosis sésil local se habían ya registrado como adherentes (DELACCA y LIPPS, 1972; CARBONEL y PUJOS, 1981; PARADA y LONDOÑO, 1983).

Tabla 1. Especies de foraminíferos sésiles en raíces de mangle y estimaciones de abundancia relativa por punto de muestreo.

ESPECIES		Estimación de abundancia relativa (%) 1	2	3	4
Planorbulina mediterranensis	(Lám. 1, Fig. 3)	70	80	95	90
Planorbulina acervalis	(Lám. 1, Fig. 4)	18	10	2	2
Rosalina floridana	(Lám. 1, Fig. 5)	6	8	3	3
Cibicidella variabilis	(Lám. 1, Fig. 6)	2	—	—	2
Cibicides sp.		2	2	—	—
Rosalina globularis	(Lám. 1, Fig. 7)	2	—	—	2
Planorbulinoides retinaculata	(Lám. 1, Fig. 8)	—	—	—	1
Número de especies		6	4	3	6

Los foraminíferos colonizan preferencialmente conchas de bivalvos sésiles que viven adheridos directamente a la raíz y sobre ellas su distribución espacial es netamente agrupada (Lám. 1, Fig. 1). La tabla 2 representa las frecuencias relativas de adherencia a los sustratos disponibles dentro del complejo de las raíces de mangle y muestra cómo la biocenosis de foraminíferos presenta una marcada preferencia por los sustratos calcáreos representados por las conchas de bivalvos.

Los anteriores resultados indican que los foraminíferos prefieren las conchas de superficie valvar amplia (*Isognomum alatus, Crassostraea rhizophorae*) y su frecuencia de adhesión disminuye correlativamente con el área disponible para la fijación. Esta es mínima directamente sobre la raíz.

Tabla 2. Frecuencia relativa de adherencia a sustratos disponibles para los foraminíferos sésiles sobre raíces de mangle en la Ciénaga de Cocoliso.

SUSTRATO	Frecuencias relativas de adhesión (%)
Conchas de *Isognomum alatus*	60
Conchas de *Crassostraea rhizophorae*	30
Cirrípedos	5
Mytilus sp.	4
Raíz de mangle	1

Es importante considerar la estructura de la comunidad (incluyendo macroinvertebrados) que coloniza las raíces de mangle. Se forma una masa de algas principalmente verdes, esponjas, hidrozoarios, ofiuroídeos y bivalvos, entre otros componentes de menor importancia. Sobre las conchas de *I. alatus* y *C. rhizophorae* es muy frecuente la adhesión de cirrípedos y gusanos tubícolas que se podrían constituir en competidores por espacio de fijación con los foraminíferos, los cuales han desarrollado estrategias para sobrellevar la reducción del espacio disponible por parte de sus competidores (Lám. 1, Fig. 2).

DISCUSION

Como se ve en la Tabla 1, el número de especies disminuye a medida que los manglares se internan en la laguna costera. La disminución de la variedad de especies y el consecuente aumento de dominancia por parte de P. *mediterranensis* indicarían una reducción en los nichos disponibles, lo que sugiere que la citada especie sería un convertidor eficiente de energía, lo cual es consistente con el modelo propuesto por McArthur (1957) para explicar la abundancia de las especies con base en los recursos disponibles y la repartición de éstos entre las especies presentes. Un ambiente con materiales particulados en cantidades altas —como sucede en un manglar— y con un subsidio energético adicional aportado por las mareas, beneficia una comunidad de baja diversidad que explota en forma más eficiente los aportes energéticos variados y de alta calidad (Odum, 1969). Estos principios se reflejan en una biocenosis pobre faunísticamente y dominada por *P. mediterranensis.*

Zumwalt y Delacca (1980) muestran que los foraminíferos epibióticos sobre conchas de braquiópodos utilizan los canales de alimentación como una forma de beneficiarse, optimizando el acceso a las fuentes nutritivas. Esta evidencia no se observa en los foraminíferos sésiles objeto del presente estudio. Por otra parte, en este reporte se discute la fijación a sustratos calcáreos como una forma de obtener materiales carbonatados para la construcción de la concha por parte de los foraminíferos, pero considerando que la gran mayoría de especies de foraminíferos en el mundo está constituida por ejemplares que construyen su concha con calcita o aragonito (Boltovskoy, 1965) y que sólo una fracción de las especies son epibióticas y no exclusivamente sobre sustratos calcáreos, sino también sobre material vegetal, se asume que éstos no utilizarían el sustrato como fuente de los materiales para la elaboración de su concha. Por otra parte, la mayoría de los organismos marinos fijan carbonatos disueltos en el agua de mar, los cuales están en concentraciones suficientemente altas como para constituirse en factor limitante del crecimiento (Gidhagen, 1981).

Delacca y Lipps (1972) muestran que *R. globularis* penetra los sustratos calcáreos sobre los que crece elaborando, en la zona de contacto, una película de mucopolisacáridos ácidos sulfatados. La evidencia obtenida en este trabajo muestra que estos efectivamente penetran los sustratos cálcicos muy posiblemente por disolución y se adaptan bien a la forma de la superficie de adhesión.

Las conchas de los bivalvos utilizados como sustrato con mayor frecuencia, generalmente sobresalen y se ubican hacia la periferia de la raíz, logrando situarse algo más hacia afuera que el resto de la comunidad de alta biomasa de organismos sésiles, como se puede ver en el medio natural. Esta posición les permite disponer de un flujo de agua más libre, evitando la competencia por material suspendido filtrable que se presenta hacia la superficie de la raíz, zona de adherencia primaria para macroinvertebrados sésiles.

Los organismos que crecen sobre los anteriores, zona de fijación secundaria, dependen mecánicamente para su acceso a la zona de circulación de agua. Este fenómeno se interpreta como una estrategia estructural para optimizar la conversión de energía, aprovechando su sustrato duro que a su vez les facilite el acceso a la circulación de alimentos en el agua.

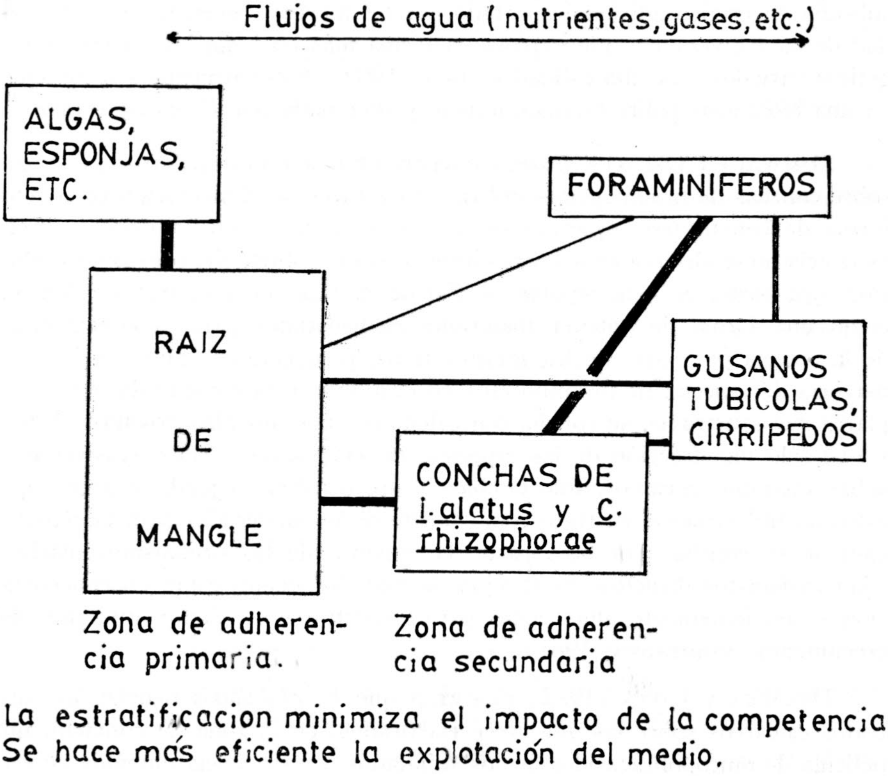
Flujos de agua (nutrientes, gases, etc.)
ALGAS, ESPONJAS, ETC.
FORAMINIFEROS
RAIZ DE MANGLE
GUSANOS TUBICOLAS, CIRRIPEDOS
CONCHAS DE I. alatus y C. rhizophorae
Zona de adherencia primaria.
Zona de adherencia secundaria
La estratificacion minimiza el impacto de la competencia
Se hace más eficiente la explotación del medio.

FIGURA 2. Modelo propuesto para explicar la optimización de la conversión de energía y superación de la competencia como moduladores de la estructura de la comunidad. El grosor de las líneas hace referencia a la frecuencia de la adhesión.

La estructura del complejo de las raíces de mangle, con las zonas de fijación propuestas, se esquematiza en la Figura 2. El modelo plantea la hipótesis de la estratificación de la comunidad como una estrategia para enfrentar la competencia y aumentar la eficiencia. Los diferentes niveles de adherencia de los organismos traen como consecuencia la diversificación de los sustratos de crecimiento, como también de las estrategias alimentarias y de nicho. Cuando se compara la estructura estratificada de la comunidad de las raíces de mangle con otras comunidades en la naturaleza, se puede homologar con los bosques estratificados cuya estrategia es aumentar la eficiencia del uso de la energía (ODUM, 1969), permitiendo la sustentación de una

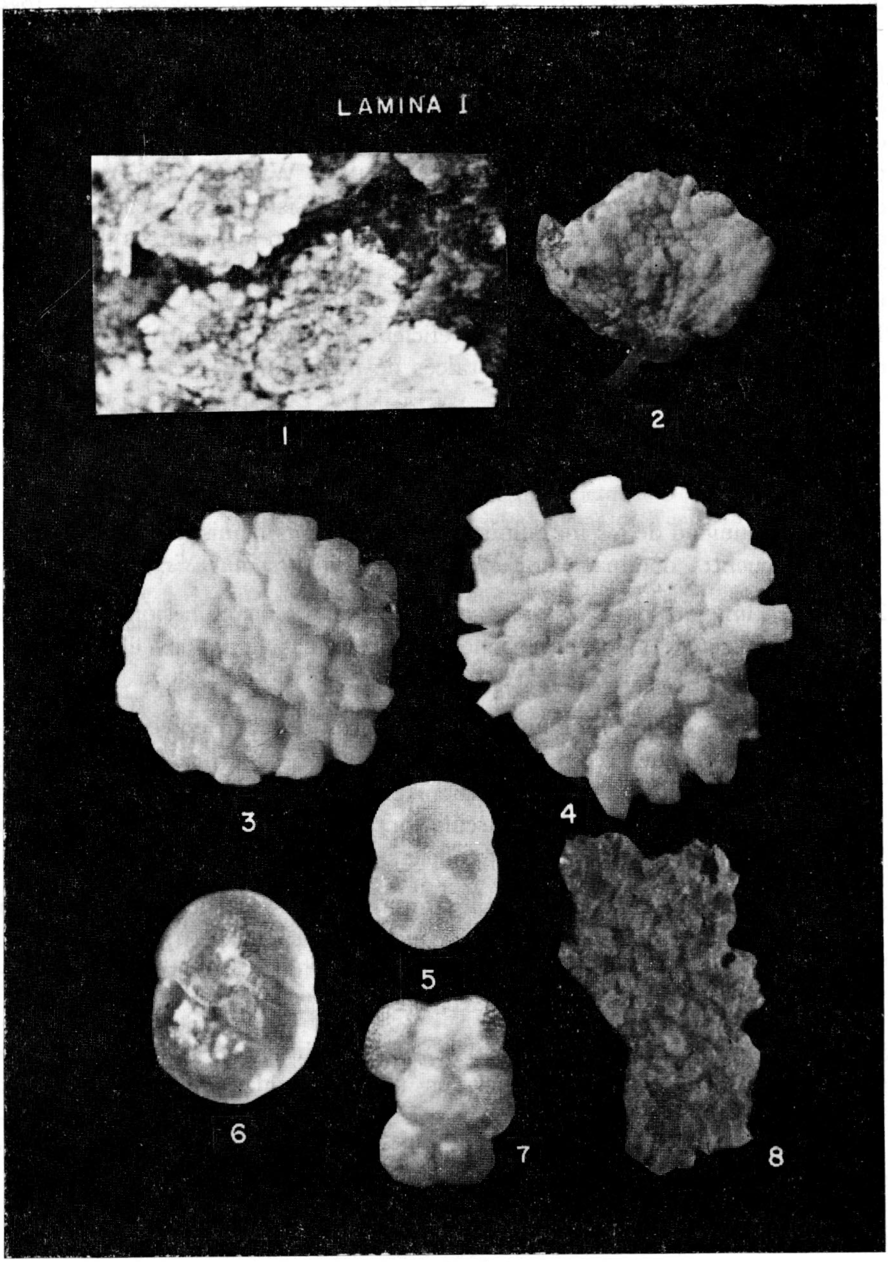

LÁMINA I: *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny. Ejemplares agrupados sobre concha de *Isognomum alatus.* — 2. *P. mediterranensis* d'Orbigny sobre tubo de gusano poliqueto. — 3. *P. mediterranensis* (d'Orbigny). — 4. *Planorbulina acervalis* (Brady). — 5. *Rosalina floridana* (Cushman). — 6. *Rosalina globularis* (d'Orbigny). — 7. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). 8. — *Planorbulinoides retinaculata* (Parker y Jones).

biomasa alta en un espacio limitado, diversificando los modos de conversión de energía. Cuando la comunidad se estratifica así, parece sufrir una selección de saturación (WHITTAKER, 1980) donde se beneficia la eficiencia de explotación del medio, o como lo define McARTHUR y WILSON (1967), la selección K es la determinante para la evolución del sistema. Los convertidores de energía más eficientes, al explotar con mayor éxito los recursos del medio, alcanzarían abundancias mayores que otras especies que comparten algunas fracciones de sus rangos de tolerancia, razón por la cual se plantea que P. *mediterranensis* es un convertidor eficiente de energía dentro de la biocenosis sésil de foraminíferos en las raíces de mangle.

CONCLUSIONES

1. La comunidad de los foraminíferos epibióticos es faunísticamente pobre y se encuentra dominada por *Planorbulina mediterranensis*.
2. El crecimiento sobre sustratos calcáreos permite una adhesión más firme, lo que protege a los organismos de problemas derivados de la hidrodinámica.
3. La fijación de los foraminíferos epibióticos depende del espacio disponible, puesto que crecen sobre las conchas con superficie valvar amplia. Además, las utilizan como un soporte mecánico para obtener un acceso más eficiente a la zona de circulación de agua. Lo anterior explica la preferencia de adherirse a las conchas y no directamente a la raíz.
4. La adaptación de la forma de los foraminíferos a la del sustrato los ha llevado a un uso más eficiente del espacio disponible, fijándose incluso sobre cirrípedos y gusanos tubícolas, superando la competencia por espacio que estos organismos puedan ejercer.
5. Considerando que la respuesta de los foraminíferos está dirigida hacia la optimización de la eficiencia en una comunidad de alta biomasa y marcada competencia, se supone que el complejo formado sufre selección K, lo que trae como resultado una conversión más eficiente de la energía y una estratificación de la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente a la Universidad Nacional de Colombia y a COLCIENCIAS por las facilidades de espacio físico y financiación otorgadas por estas instituciones. Se agradece también al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional, Cartagena, al doctor Jaime R. Cantera por la revisión del manuscrito y a los señores Camilo Camacho y Julio Cabra por la obtención de las fotografías.

REFERENCIAS CITADAS

BOLTOVSKOY, E. 1965. Los foraminíferos recientes. EUDEBA, Buenos Aires. 510 p.

BUZAS, M. A., R. SMITH y K. A. BEEM. 1977. Ecology and systematics of foraminifera in two *Thalassia* habitats, Jamaica, West Indies. Smithsonian Contributions to Paleobiology, (31) : 139 p.

CARBONEL, P. y M. PUJOS. 1981. Comportement des microfaunes bentiques en milieu lagunaire: Les foraminiferes et les ostracodes du Lac de Tunis. Inst. Geol. Basin Aquitaine, U. Bordeaux. 20 p.

DELACCA, T. y J. H. LIPPS. 1972. The mechanism and adaptive significance of attachment and substrate pitting in the foraminiferan *Rosalina globularis* d' Orbigny. Jour. Foram. Res., **2** (2) : 68-72.

GIDHAGEN, L. 1981. Introducción a la oceanografía física y química; para estudiantes de Biología Marina. Universidad del Valle, Depto. de Biología, Sección de Biología Marina. 237 p.

MCARTHUR, R. H. 1957. On the relative abundance of bird species. Procc. Nat. Acad. Sci, Washington, (43) : 293-295.

MCARTHUR, R. H. y E. O. WILSON. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Princeton.

ODUM, E. P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science, (164) : 262-270.

— 1980. La diversidad como función del flujo de energía. *En*: W. H. van Dobben y R. H. Lowe-McConnel, Eds. Conceptos unificadores en ecología. Ed. Blume, 1ª edición española. Barcelona: 14-18.

PARADA, C. y C. LONDOÑO DE HOYOS. 1983. Foraminíferos bentónicos recientes del norte de Cartagena, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Biblioteca José Jerónimo Triana, No. 6, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 159 p.

STEINKER, D. C., B. R. WEIS y R. B. WASSAZAK. 1977. Foraminiferal assemblages associated with south Florida coral reefs. Procc. 3rd. Int. Coral Reef Symp., Rosenthiel School of Mar. Sci., University of Miami: 79-85.

WHITTAKER, R. H. 1980. El diseño y la estabilidad de las comunidades vegetales. *En*: W. H. van Dobben y R. H. Lowe-McConnel, Eds. Conceptos unificadores en ecología. Ed. Blume, 1ª edición española. Barcelona: 214-231

ZUMWALT, G. y T. DELACCA. 1980. Utilization of brachiopod feeding currents by epizoic foraminifers. Jour. Pal., **54** (2) : 477-484.